- $u_C(t)$ et $u(t)$:

On a : $-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_i < \frac{\pi}{2}$ puisque $\cos(\varphi_u - \varphi_i) = \frac{R+r}{Z} > 0$ or $i(t) = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_c}{dt}$ puisque $q = C u_C$

et $C > 0$ d'où $\varphi_i = \varphi_{u_C} + \frac{\pi}{2}$ alors $-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_{u_C} - \frac{\pi}{2} < \frac{\pi}{2}$ alors $0 < \varphi_u - \varphi_{u_C} < \pi$ d'où u(t) est toujours en avance de phase par rapport à $u_C(t)$.

N.B : A la résonance d'intensité on a $\varphi_u - \varphi_i = 0$ alors $\varphi_u - \varphi_{u_C} = \frac{\pi}{2}$ d'où u(t) est en quadrature avance de phase par rapport à $u_C(t)$.

- $u_L(t)$ et $u(t)$:

On a : $-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_i < \frac{\pi}{2}$ puisque $\cos(\varphi_u - \varphi_i) = \frac{R+r}{Z} > 0$ or $u_L(t) = L\frac{di}{dt}$ puisque $L > 0$ d'où

$\varphi_i = \varphi_{u_L} - \frac{\pi}{2}$ alors $-\frac{\pi}{2} < \varphi_u - \varphi_{u_L} + \frac{\pi}{2} < \frac{\pi}{2}$ alors $-\pi < \varphi_u - \varphi_{u_L} < 0$ d'où u(t) est toujours en retard de phase par rapport à $u_L(t)$.

N.B : A la résonance d'intensité on a $\varphi_u - \varphi_i = 0$ alors $\varphi_u - \varphi_{u_L} = -\frac{\pi}{2}$ d'où u(t) est en quadrature retard de phase par rapport à $u_L(t)$.

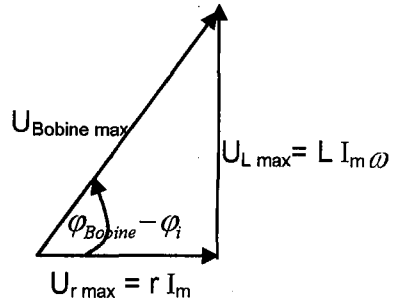
- $u_{Bobine}(t)$ et $u(t)$:

$u_{Bobine}(t) = L\frac{di}{dt} + ri$ alors $\vec{V}(U_{Bobine\ max} ; \varphi_{Bobine}) = \vec{V}_1(U_{r\ max} = r I_m ; \varphi_i) + \vec{V}_2(U_{L\ max} = L I_m \omega ; \varphi_i + \frac{\pi}{2})$

D'après la construction de Fresnel on a :

$\cos(\varphi_{u\,Bobine} - \varphi_i) > 0$ et $\sin(\varphi_{u\,Bobine} - \varphi_i) > 0$

alors $0 < \varphi_{u\,Bobine} - \varphi_i < \frac{\pi}{2}$ et puisque



$\text{tg}(\varphi_{u\,Bobine} - \varphi_i) = \frac{L\omega}{r}$ et $\text{tg}(\varphi_u - \varphi_i) = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R+r}$

On a : $\frac{L\omega}{r} > \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R+r}$ d'où $\text{tg}(\varphi_{u\,Bobine} - \varphi_i) > \text{tg}(\varphi_u - \varphi_i)$ puisque pour tout angle $\alpha \in \left]-\frac{\pi}{2} ; \frac{\pi}{2}\right[$ $\text{tg}\,\alpha$ augmente lorsque α augmente.

$\varphi_{u\,Bobine} - \varphi_i > \varphi_u - \varphi_i$ d'où $\varphi_{Bobine} - \varphi_u > 0$ alors $u_{Bobine}(t)$ est toujours en avance de phase par rapport u(t).

* **Remarque** : $Z \neq Z_L + Z_C + Z_R + Z_r$ mais à la résonance d'intensité $Z = Z_R + Z_r$.